

UNIVERSIDAD DE MAGALLANES
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS Y RECURSOS NATURALES
BIOLOGÍA MARINA

**ESTUDIO DEL IMPACTO DE LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN CHAITÉN
COMO CONTAMINANTE DEL MEDIO AMBIENTE PATAGÓNICO Y
ANTÁRTICO**

Carolina Andrea Toro Ruiz

Profesor Guía: Dr. Pedro Cid

2010

UNIVERSIDAD DE MAGALLANES
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS Y RECURSOS NATURALES
BIOLOGÍA MARINA

**ESTUDIO DEL IMPACTO DE LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN CHAITÉN
COMO CONTAMINANTE DEL MEDIO AMBIENTE PATAGÓNICO Y
ANTÁRTICO**

Carolina Andrea Toro Ruiz

Profesor Guía: Dr. Pedro Cid

2010

**ESTUDIO DEL IMPACTO DE LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN CHAITÉN
COMO CONTAMINANTE DEL MEDIO AMBIENTE PATAGÓNICO Y
ANTÁRTICO**

Por: Carolina Andrea Toro Ruiz

Departamento de Ciencias y Recursos Naturales

Fecha: agosto de 2010

Aprobado Comisión de Calificación

Decano

Tesis entregada como un requerimiento para obtener el título de
Biólogo Marino en la Facultad de Ciencias.

2010

UNIVERSIDAD DE MAGALLANES

FACULTAD DE CIENCIAS

Departamento de Ciencias y Recursos Naturales

**ESTUDIO DEL IMPACTO DE LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN CHAITÉN
COMO CONTAMINANTE DEL MEDIO AMBIENTE PATAGÓNICO Y
ANTÁRTICO**

Tesis presentada para optar al Título de Biólogo Marino

Carolina Andrea Toro Ruiz

Punta Arenas, 2 de Agosto de 2010

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por el cariño y apoyo incondicional que me ha brindado durante todos estos años. También por los valores inculcados como la perseverancia y la responsabilidad que acompañados de la constancia fueron las grandes herramientas que me permitieron llegar a este punto de mi carrera.

A mis directores de tesis: Pedro Cid y Bibiana Jara por los consejos, sugerencias y críticas realizadas durante el desarrollo de mi tesis. Por las horas compartidas y las entretenidas salidas a terreno. En este último tiempo, pasaron a ser más que profesores para mi, amigos.

A mis profesores Juan Iván Cañete, Américo Montiel, Andrés Mansilla, Carlos Ríos y Máximo Frangopulos, por entregarme el conocimiento y las herramientas necesarias para poder desarrollarme y desenvolverme como una profesional, de lo que estaré eternamente agradecida. A Claudia Calbucoy, Juan Carlos Soto y Juan Carlos Barrientos por su buena disposición en todo momento.

A mis compañeros y amigos, en especial a Sebastián Ruiz, Carlos Cárdenas, Rocío Urtubia y Cristian Garrido, por los grandes lazos creados y los buenos e inolvidables momentos compartidos durante estos 6 años.

RESUMEN

El volcán Chaitén es un pequeño volcán de 1.122 m. de altura que está ubicado a 10 km. de la comuna de Chaitén, el cual después de 9.370 años de inactividad entró nuevamente en erupción el 2 de Mayo de 2008.

Las erupciones volcánicas se caracterizan por generar una gran columna eruptiva y una gran cantidad de cenizas, las que mediante la circulación atmosférica son desplazadas alrededor de todo el globo. Es así como en la Antártica se han encontrado, en testigos de hielo, pruebas de erupciones pasadas (*e.g.* aerosoles estratosféricos) como las acontecidas en 1991 por el Volcán Pinatubo (Filipinas) y cerro Hudson (Chile), lo que permite predecir la precipitación en zonas australes de productos liberados durante la erupción del volcán Chaitén.

Este estudio tuvo como objetivo determinar la composición química de la precipitación nevosa en la Antártica y territorio Patagónico y la posible influencia de la erupción del volcán Chaitén sobre la composición de ésta, así como su impacto en ambientes marinos australes, para poner a prueba la siguiente hipótesis: **Existe un impacto ambiental en el territorio Antártico y Patagónico producto de la gran cantidad de partículas y gases que fueron inyectados al interior de la estratósfera en la reciente erupción explosiva protagonizada por el volcán Chaitén.**

Para lograr este objetivo se comparó las composiciones químicas obtenidas mediante ICP-MS de la precipitación nevosa colectada mensualmente en la Antártica y Patagonia durante mayo a noviembre de 2008, y la ceniza del volcán Chaitén. Posteriormente se midió el impacto ambiental, a través del aporte de elementos que genera la disolución de la nieve (que ha entrado en contacto con la ceniza) en aguas marinas australes.

Los resultados de los análisis indican un cambio en la composición química de la nieve antártica a partir del mes de agosto de 2008 (cuatro meses de ocurrida la erupción). Elementos como Na, K, Mg y S vieron incrementada drásticamente su abundancia relativa en la nieve antártica en agosto, otros también incrementan en agosto y alcanzan su máximo pick se septiembre (Fe, Al y Si). A través del cálculo de las relaciones isotópicas de Pb se pudo concluir que el incremento

observado en estos elementos en el mes de agosto se debería a la llegada del material proveniente del volcán Chaitén, mientras que el alza de los elementos ocurrido en septiembre se podría deber a la combinación de estos elementos con aerosoles presentes en la atmosfera, provocando la permanencia de estos elementos en el ambiente u otras fuentes como producciones locales de polvo esporádicas a partir de rocas adyacentes. Por otra parte, al realizar la disolución de nieve antártica, colectada en el periodo de mayo a noviembre de 2008, en aguas antárticas, pacíficas y atlánticas se observó una basificación en dos de ellas (antártica y atlántica) a partir del mes de agosto. El principal factor que explicaría el alza de pH (alcalinidad) en la nieve y posterior disoluciones realizadas con nieve colectada en el mes de agosto podría ser el Si. Finalmente se señala que los principales elementos que aportó la disolución de la nieve antártica a las tres diferentes aguas fueron Si, Al, y Zn, estos dos últimos no registraron concentraciones consideradas toxicas para la vida marina.

Con respecto a la nieve colectada en la Patagonia no fue posible observar si realmente existió alguna influencia del volcán Chaitén debido a la escasa precipitación nevosa caída durante el año 2008 y, por tanto, a la discontinuidad de las muestras.

Estos resultados no sólo aportan información crucial para comprender los efectos de fenómenos geológicos sobre el medio ambiente austral, sino que también para el entendimiento de posibles cambios en el medio ambiente a nivel global.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Vulcanología (aspectos generales)	3
1.2. Vulcanología mundial y nacional	6
1.3. Efectos de las erupciones volcánicas en la atmosfera	11
1.3. Factores y efectos de dispersión de cenizas	13
1.4. Efectos de las erupciones volcánicas en ambientes acuosos.	13
1.5. Dispersión de cenizas y llegada de material volcánico a la Antártica	15
2. HIPÓTESIS DE TRABAJO	16
3. OBJETIVOS	16
3.1. Objetivo General.....	16
3.2. Objetivos Específicos	16
4. METODOLOGÍA	17
4.1. Recolección de muestras	17
4.2. Preparación de disoluciones de nieve	19
4.3. Análisis químicos	20
4.4. Medición de pH	20
5. RESULTADOS	21
5.1. Composición química de cenizas del volcán Chaitén.....	21
5.2. Composición química de precipitación nevosa	23
5.2.1. Nieve Antártica	23
5.2.2. Nieve Patagónica	28
5.3. Análisis de presencia de sulfuro	29
5.4. Mediciones de pH en muestras de nieve.....	30
5.5. Disoluciones	31
5.5.1. Medición de pH de disoluciones de nieve en agua proveniente de los océanos Atlántico, Pacífico y Austral (Antártica).	31
5.5.2. Disoluciones de nieve antártica en agua proveniente de los océanos Atlántico, Pacífico y Austral (Antártica).	33
6. DISCUSIÓN	38
7. CONCLUSIONES	48
8. REFERENCIAS	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Estaciones de recolección de ceniza con sus respectivas coordenadas indicadas en UTM.	18
Tabla 2.	Composición química de cenizas del volcán Chaitén, ordenada según abundancias relativas promedio.	21
Tabla 3.	Composición química de nieve Antártica colectada de mayo a noviembre de 2008.	26
Tabla 4.	Composición química de nieve patagónica colectada en agosto de 2008 y junio, julio y agosto de 2009.	27
Tabla 5.	pHs registrados en agua de la antártica, atlántico y pacífico	31
Tabla 6.	Concentración de Al, Si y Zn de las soluciones controles y post-disolución de nieve antártica.	33
Tabla 7.	Relaciones Pb 206/207, 207/208 y 206/208 en cenizas del volcán Chaitén	40
Tabla 8.	Relaciones Pb 206/207, 207/208 y 206/208 en nieve antártica durante mayo a noviembre de 2008.	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Zonas volcánicas de Chile.	9
Figura 2.	Pluma de dispersión de cenizas del volcán Chaitén y ubicación de las estaciones de muestreo.	17
Figura 3.	Sitios de recolección de precipitación nevosa y océanos de los que se extrajeron las muestras de agua.	19
Figura 4.	Composición química de cenizas del volcán Chaitén en porcentaje.	22
Figura 5.	Composición química de precipitación nevosa colectada en la Patagonia y Antártica.	22
Figura 6.	Contribución mensual de Na, Mg y K, expresado en porcentaje, al total anual registrado en nieve antártica.	23
Figura 7.	Contribución mensual de Mn, expresado en porcentaje, al total anual registrado en nieve antártica.	24
Figura 8.	Contribución mensual de Fe, expresado en porcentaje, al total anual registrado en nieve antártica.	24

Figura 9.	Contribución mensual de Al, expresado en porcentaje, al total anual registrado en nieve antártica.	25
Figura 10.	Contribución mensual de Si, expresado en porcentaje, al total anual registrado en nieve antártica.	25
Figura 11.	Contribución mensual de Na, Fe, Al, Mg, K, Si y Mn al total anual registrado en nieve patagónica durante agosto de 2008, y junio, julio y agosto de 2009.	28
Figura 12.	Incremento de azufre en muestras de nieve antártica y patagónica.	29
Figura 13.	Variación de pH en nieve antártica durante mayo a noviembre de 2008.	30
Figura 14.	Variación de pH en nieve patagónica durante agosto de 2008 y junio, julio y agosto de 2009.	30
Figura 15.	pHs obtenidos en las disoluciones de nieve antártica en agua antártica, del pacífico y atlántico.	32
Figura 16.	pHs obtenidos en las disoluciones de nieve patagónica, colectada en agosto de 2008 y agosto de 2009, en agua de la antártica, pacífico y atlántico.	32

Figura 17.	Abundancia relativa de Al de las soluciones controles y post-disolución de nieve antártica.	35
Figura 18.	Abundancia relativa de Si de las soluciones controles y post-disolución de nieve antártica.	36
Figura 19.	Abundancia relativa de Zn de las soluciones controles y post-disolución de nieve antártica.	37
Figura 20.	Reacción de hidrólisis de silicatos.	42